

Bulletin  
de  
l'Observatoire astronomique  
de  
Vilno.

---

---

I. ASTRONOMIE  
Nº 2.

---

Biuletyn  
Obserwatorium astronomicznego  
w Wilnie.

— 1922 —

Bulletin  
de  
l'Observatoire astronomique  
de  
Vilnius

L'ASTRONOMIE  
N° 5

Bulletin  
of  
the  
Observatory  
of  
Vilnius

WŁ. DZIEWULSKI.

# O wyznaczeniu ruchu słońca w przestrzeni zapomocą metody p. Bravais.

## Część IV.

### W S T E P.

W trzeciej części pracy,<sup>1)</sup> ogłoszonej pod powyższym tytułem przed kilku laty, zebrałem materiał obserwacyjny dla 115 gwiazd, dla których były znane zarówno paralaksy, jak i prędkości radialne oraz ruchy własne. Ponieważ w dwóch pierwszych częściach tej samej pracy<sup>2)</sup> zebrałem materiał obserwacyjny dla 279 gwiazd, przeto w części III mogłem dla 394 gwiazd zastosować metodę p. Bravais, aby wyznaczyć ruch słońca w przestrzeni.

Wobec tego, że w ostatnich latach ukazały się nowe wyznaczenia paralaks gwiazd, przeto postanowiłem powtórzyć zagadnienie wyznaczenia ruchu słońca w przestrzeni na podstawie bardziej obfitego materiału obserwacyjnego. Zestawienie tego materiału i rozwiązanie odpowiednich równań, wynikających z metody p. Bravais, stanowi treść niniejszej pracy.

W rachunkach pomagał mi p. St. Iwaszkiewicz, student Uniwersytetu, któremu niniejszym składam gorące podziękowanie.

### MATERIAŁ OBSERWACYJNY.

Od chwili ogłoszenia mej pracy przybyły nowe katalogi paralaks; wyznaczyli te paralaksy Pp. F. Schlesinger,<sup>3)</sup> K. Burns,<sup>4)</sup> Ch. P. Olivier,<sup>5)</sup> M. Both i F. Schlesinger,<sup>6)</sup> A. v. Maanen<sup>7)</sup> i wreszcie Obserwatorium w Greenwich<sup>8)</sup>. W tablicach oznaczam te katalogi w skróceniu literami: Schl., Burns, Ol., Bo-Schl., M., Gr. Z tych katalogów wybrałem te gwiazdy, dla których są znane również prędkości radialne. Te ostatnie zapożyczyłem z katalogu, który zestawił P. J. Voûte<sup>9)</sup>. W ten sposób zebrałem 62 gwiazdy, dla których znamy obecnie zarówno paralaksy, jak i prędkości radialne (oczywiście, i ruchy własne są dla nich znane). Gwiazdy te zestawiłem w tablicy III. Ten nowy materiał obserwacyjny należało dodać do tego, który zawierały już poprzednie trzy części tej pracy, aby na nowo wyznaczyć ruch słońca w przestrzeni.

<sup>1)</sup> Rozprawy Akademii Umiejętności. T. LVIII (A). Kraków. 1918.

<sup>2)</sup> Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1912, 1915.

<sup>3)</sup> Publications of the Allegheny Observatory. Vol. 4, № 1.

<sup>4)</sup> Astronomical Journal. Vol. XXXIII. 21. № 789.

<sup>5)</sup> Astronomical Journal. Vol. XXXIV. 4. № 796.

<sup>6)</sup> Astronomical Journal. Vol. XXXIV. 5. № 797.

<sup>7)</sup> Astronomical Journal. Vol. XXXIV. 8. № 800.

<sup>8)</sup> Monthly Notices of R. A. S. Vol. LXXXI (1920), Vol. LXXXII (1921).

<sup>9)</sup> First Catalogue of radial velocities, Weltevreden. 1920.

Dla 3 gwiazd ze wspomnianej ilości 62 gwiazd znalazły się po dwa wyznaczenia paralaks w różnych katalogach. Gwiazdy te zestawiam w tablicy I i wyprowadzam wartości średnie.

T A B L I C A I.

Gwiazda Star	Źródło Authority	Paralaksa Parallax	Waga Weight	Paralaksa średnia Mean parallax
υ Geminorum	Schl M	+ 0''.034 0.008	1 1	+ 0''.021
ω Draconis	Schl Gr	+ 0.044 0.005	1 1	+ 0.025
ψ Draconis	Burns Gr	+ 0.036 0.057	1 1	+ 0.046

Oprócz paralaks wymienionych 62 gwiazd znalazły się w nowych katalogach również paralaksy tych gwiazd, które występowały już w poprzednich trzech częściach tej pracy. Te nowe wyznaczenia paralaks, o ile to było możliwe, zredukowałem do t. zw. absolutnych paralaks (według *Kapteyn'a*). Dla paralaks tych gwiazd należało wyprowadzić nowe wartości średnie. Zawiera je tablica II. Wagi, jakie dawałem nowym wyznaczeniom, zależały od błędów średnich poszczególnych wyznaczeń.

T A B L I C A II.

Gwiazda Star	Źródło Authority	Paralaksa Parallax	Waga Weight	Paralaksa średnia Mean parallax
$\mu$ Cassiopeiae	Pet, Fl Schl Schl	+0"135 0.077 0.109 0.147	2 1 3 3	+0"124
Lal 1° 66	Ch Y <sub>2</sub> M	+0.078 0.016	1 6	0.025
Pi 1 <sup>h</sup> .159	Sm El Y <sub>2</sub> M	+0.061 0.119	1 6	0.112
$\beta$ Arietis	Fl Gr Schl	+0.055 0.114 0.077	1 1 4	0.080
20 Persei	Sl-Mi M	-0.012 +0.028	1 3	0.018
23 Hev. Camel.	K Gr	-+0.037 0.034	1 4	0.035
Lal. 13849	Ch Y <sub>2</sub> Ol	+0.107 0.020	1 7	0.031
II Leonis min	Ch Y <sub>2</sub> M	-0.008 +0.067	1 7	0.058
$\gamma$ Leonis	Sm Y <sub>2</sub> Fl Bo-Schl	-0.036 +0.105 0.009	1 1 12	0.000
Gr. 1697	K Gr	-0.011 +0.040	1 4	0.030
Pi 11 <sup>h</sup> .218	K M	-0.030 -0.012	1 7	-0.014
Lal. 26289	Sm El Y <sub>2</sub> Fl Burns	-0.011 +0.232 +0.065	1 1 6	+0.076
Lal. 27742	Sm El Y <sub>2</sub> Russ Burns	+0.049 -0.052. +0.029	1 1 7	0.029
$\gamma$ Serp.	Fl Ch Y <sub>2</sub> Russ G Schl	+0.063 0.099 -0.074 +0.098 0.057	1 1 1 1 4	0.052
Lal 29437	Ch Y <sub>2</sub> M	+0.009 0.027	1 7	0.025

Gwiazda Star	Źródło Authority	Paralaksa Parallax	Waga Weight	Paralaksa średnia Mean parallax
$\tau$ Coronae bor.	Fl	+0.122	1	
	Fl	0.097	1	
	Ol	0.029	5	+0.052
$\sigma$ Coronae bor.	Fl	+0.031	1	
	Schl	0.046	5	0.044
$\gamma$ Herculis	Gr	+0.06	1	
	Schl	0.016	5	0.014
Lal 30024	K Bo-Schl	+0.088 0.050	1 7	0.058
Lal 30699	Sm Y <sub>2</sub> Gr	+0.047 0.042	1 4	0.043
Lal 31132	Sm Y <sub>2</sub> Schl	+0.137 0.065	1 4	0.079
$\pi$ Herculis	Weg-Bel Schl	+0.110 0.016	1 8	0.030
72 Herculis	Fl Ch Y <sub>2</sub> Schl	+0.098 0.148 0.072	1 1 4	0.091
Fed. 2895	Ch Y <sub>2</sub> Schl Gr	+0.048 0.088 0.065	1 9 8	0.073
99 Herculis	Fl Schl	+0.074 0.029	1 4	0.038
109 Herculis	K Schl	+0.029 0.011	1 4	0.015
$\gamma$ Draconis	Ch Y <sub>2</sub> Gr	+0.119 0.134	1 4	0.131
3 Cygni	Ch Y <sub>2</sub> Jost Fl Burns Ol	+0.058 0.077 0.045 0.025 0.023	1 1 1 5 5	0.032
$\tau$ Sagittae	Gr Ol	--0.081 +0.014	1 7	0.002
Gr. 3150	Ch Y <sub>2</sub> Gr	+0.118 0.071	1 5	0.079
Gr. 3215	Ch Y <sub>2</sub> Jost M	-0.013 +0.038 0.051	3 2 18	0.041
Fed. 3638	Ch Y <sub>2</sub> Gr	-0.015 +0.045	1 4	0.033

Gwiazda Star	Źródło Authority	Paralaksa Parallax	Waga Weight	Paralaksa średnia Mean parallax
Lac 8777	Fl Ol	-0."100 +0.041	1 6	+0."021
δ Equulei	Fl Huss Burns	+0.029 0.071 0.071	1 10 10	0.069
α Cephei	Pr Fl Burns	+0.066 0.083 0.069	1 1 4	0.071
ι Pegasi	G Schl	+0.069 0.023	1 4	0.032
ε Pegasi	Pr Fl Schl	+0.086 0.041 -0.018	1 1 3	0.015
η Pegasi	Fl Schl	-0.028 +0.003	1 2	-0.007
Pi 22 <sup>h</sup> .214	Ch Y <sub>2</sub> M	-0.020 +0.028	1 6	+0.021
σ Pegasi	Ch Y <sub>2</sub> Fl Bo-Schl	+0.020 0.060 0.028	1 4 12	0.035
Pi 23 <sup>h</sup> .164	Ch Y <sub>2</sub> M	-0.082 +0.029	1 6	0.013
Pi 23 <sup>h</sup> .267	Ch Y <sub>2</sub> M	+0.008 0.010	1 7	0.010

Na podstawie wyprowadzonych w tablicy II nowych wyznaczeń paralaks, poprawiłem składowe prędkości wymienionych gwiazd.

Ruchy własne gwiazd zapożyczyłem z katalogu *L. Boss'a: "Preliminary General Catalogue"*; dla gwiazd, których katalog ten nie zawierał, należało skorzystać z katalogu *Portera*.

### WYZNACZENIE PRĘDKOŚCI I KIERUNKU RUCHU SŁOŃCA.

*I rozwijanie.* W poprzednich trzech częściach niniejszej pracy zebrałem materiał obserwacyjny dla 394 gwiazd; obecnie dodaję materiał obserwacyjny, zawarty w tablicy III dla 62 gwiazd. Mamy zatem 456 gwiazd. Z ogólnej ilości tych 456 gwiazd wybieram przedewszystkiem 376 gwiazd, dla których paralaksy wyznaczono jako dodatnie. Stosując równania p. *Bravais* do składowych prędkości tych 376 gwiazd, otrzymuję dla prędkości słońca *v* i dla spółrzędnych *A* i *D* punktu *apex* następujące wartości:

$$v = 35.0 \text{ km} \quad A = 277^\circ.4 \quad D = +38^\circ.4$$

*II rozwiązanie.* Na zasadach, omówionych w poprzednich częściach, tworzę grupy ze wszystkich 456 gwiazd; uwzględniam zatem gwiazdy i o paralaksach ujemnych. Z gwiazd tych tworzę 91 grup i stosuję do nich równania p. Bravais; przytem poszczególnym grupom daje wagi, odpowiadające liczbie gwiazd, zawartych w każdej grupie. Otrzymuję dla prędkości słońca i dla spółrzędnych punktu apex następujące wartości:

$$v = 34.0 \text{ km} \quad A = 274^\circ.8 \quad D = +43^\circ.6$$

*III rozwiązanie.* Zwracam się obecnie znowu do rozwiązania I i usuwam wszystkie te gwiazdy, których ruch swoisty jest bardzo wielki; podobnie jak w poprzednich częściach, jako granicę zakładam prędkość, wynoszącą 80 km. na sekundę. W ten sposób z ogólnej ilości 376 gwiazd, uwzględnionych w rozwiązaniu I, pozostaje 306 gwiazd. Po zastosowaniu do tych gwiazd równań p. Bravais otrzymuję:

$$v = 21.3 \quad A = 269^\circ.5 \quad D = +26^\circ.7$$

*IV rozwiązanie.* W rozwiązaniu III, pragnąc uniezależnić wynik od wpływu gwiazd o wielkich ruchach swoistych, usunąłem te gwiazdy, przyczem wziąłem dowolnie granicę 80 km. Aby uniknąć tej dowolności, stosuję jeszcze inną metodę, która pozwala mi osłabić wpływ gwiazd o ruchach swoistych bardzo znacznych. Jest to metoda graficzna, omówiona w poprzednich częściach i pozwala jąca wyznaczyć wartość środkową dla każdej ze spółrzędnych prędkości słońca. Otrzymuję następujące wartości:

$$\xi = +1.3 \quad \eta = -18.2 \quad \zeta = +10.8$$

a stąd wyznaczam:

$$v = 21.2 \quad A = 274^\circ.1 \quad D = +30^\circ.6$$

Jak widać, dwa ostatnie rozwiązania dają dość zgodne wyniki; zatem przyjęta w rozwiązaniu III granica prędkości swoistych gwiazd jest sprawiedliwiona. Poza tem wyniki rozwiązań III i IV są zbliżone do rezultatów, jakie otrzymują inni autorowie na podstawie odmiennych metod rachunkowych.

TABLICA III.

№	Gwiazda Star	Wielkość Magnitude	$\alpha$	$\delta$	Widmo Spectrum	Paralaksa Parallax	Źródło Authority	Predkość radjalna Radial velocity
			1900.0					
1	δ Piscium	4.5	0h43m.5	+ 7° 2'	K <sub>5</sub>	+0".016	Schl	+33.4
2	ε Piscium	4.5	0 57.8	7 21	G <sub>5</sub>	0.028	Schl	+ 7.7
3	ο Piscium	4.5	1 40.1	8 39	G <sub>5</sub>	0.017	Schl	+14.0
4	1 Arietis	6.1	1 44.6	21 47	F <sub>5</sub>	0.018	Burns	+ 3.3
5	39 Arietis	4.6	2 42.0	28 50	K	0.027	Schl	-14.8
6	η Persei	3.9	2 43.4	55 29	K	0.024	Burns	- 1.6
7	α Fornacis	4.0	3 7.8	-29 23	F <sub>8</sub>	0.080	Ol	-21.0
8	κ Ceti	5.0	3 14.1	+ 3 0	K	0.116	Burns	+20.5
9	37 Tauri	4.5	3 58.8	21 49	K	-0.017	Schl	+ 9.2
10	π Orionis	3.3	4 44.4	6 47	F <sub>8</sub>	+0.127	Burns	+24.7
11	ι Aurigae	2.9	4 50.5	33 0	K <sub>2</sub>	0.019	Burns	+18.5
12	ε Aurigae	3.3(var)	4 54.8	43 41	F <sub>5</sub> P	0.002	Burns	- 9.0
13	74 Orionis	5.1	6 10.8	12 18	F <sub>5</sub>	0.039	Bo-Schl	+ 9.6
14	μ Geminorum	3.2	6 16.9	22 34	M <sub>a</sub>	0.021	I	+54.0
15	ε Geminorum	3.2	6 37.8	25 14	G <sub>5</sub>	0.012	Schl	+ 9.6
16	θ Geminorum	3.6	6 46.2	34 5	A <sub>2</sub>	0.021	Bo-Schl	+ 8.0
17	Gr 1+37	6.3	8 20.6	45 59	F <sub>5</sub>	0.044	Burns	-34.3
18	ι Cancri	6.6	8 40.6	29 8	R <sub>5</sub>	0.019	Burns	+16.2
19	ζ Leonis	4.6	9 18.8	26 37	Ko	-0.007	Ol	+28.4
20	h Ursae maj.	3.8	9 23.7	63 30	F	+0.032	Burns	- 9.9
21	7 Sextantis	5.9	9 47.0	2 55	Ro	0.003	Bo-Schl	+95.8
22	Gr. 1930	5.9	12 44.3	60 52	F	0.038	Burns	-10.0
23	λ Ursae maj.	4.0	13 21.2	55 31	R <sub>5</sub>	0.040	Schl	-12.0
24	θ Bootis	4.1	14 21.8	52 19	F <sub>8</sub>	0.067	Ol	-10.4
25	44 Bootis	6.1	15 0.5	48 3	Go	0.065	Bo-Schl	-23.7
26	μ Bootis	4.5	15 20.7	37 44	F	0.017	Burns	-11.5
27	χ Herculis	4.6	15 49.2	42 44	F	0.064	Burns	-55.6
28	29 Herculis	4.9	16 27.9	11 42	K <sub>5</sub>	-0.013	Schl	+ 3.4
29	19 Draconis	4.8	16 55.5	65 17	K <sub>5</sub>	+0.086	Schl	-22.6
30	ε Herculis	3.9	16 56.5	31 4	A	0.017	Burns	-25.4
31	μ Draconis	5.8	17 3.3	54 36	F <sub>5</sub>	0.039	Bo-Schl	-17.2
32	ω Draconis	4.9	17 37.5	68 48	F <sub>5</sub>	0.025	I	-13.7
33	ε Ophiuchi	2.9	17 88.5	4 37	K	0.023	Schl	-11.8
34	ψ Draconis	4.8	17 43.7	72 12	F <sub>5</sub>	0.046	I	-10.4
35	ο Draconis	3.9	17 51.8	56 53	K	0.025	Schl	-25.0
36	η Herculis	4.0	17 52.8	37 16	K	-0.001	Schl	-26.5
37	36 Draconis	5.0	18 13.3	64 22	F <sub>2</sub>	+0.057	Gr	-35.7
38	ζ Lyrae	4.3	18 41.3	37 30	F	0.024	Burns	-26.0
39	ξ Aquilae	3.0	19 0.8	13 43	A	0.040	Schl	-38.6
40	γ Aquilae	2.8	19 41.5	10 22	K <sub>2</sub>	0.003	Burns	- 2.1
41	η Cygni	4.0	19 52.6	34 49	Ko	0.007	Bo-Schl	-26.2
42	ζ Delphini	5.2	20 25.5	10 24	G <sub>2</sub>	-0.05	Bo-Schl	-52.5
43	ε Aquarii	3.8	20 42.3	- 9 52	Ro	+0.018	Ol	-16.0
44	T Vulpeculae	5.8(var)	20 52.4	+27 52	F <sub>9</sub>	0.015	Ol	- 1.4
45	ξ Cygni	3.4	21 8.7	29 49	K	0.017	Schl	+17.0
46	W. B. 21h.502	9.4	21 24.5	-12 56	K <sub>6</sub>	0.034	Ol	-90.0
47	12 Cephei	5.6	21 44.5	+60 14	K <sub>5</sub>	0.020	M	-19.4
48	ξ Cephei	6.5	22 0.9	64 8	R <sub>5</sub>	0.036	Schl	- 4.5
49	π Pegasi	4.4	22 5.5	32 41	F <sub>5</sub>	0.004	Schl	- 7.0
50	ζ Cephei	3.6	22 7.4	57 42	K	0.028	Schl	-18.0
51	1 Lacertae	4.2	22 11.6	37 15	K	0.003	Schl	- 7.1
52	3 Lacertae	4.6	22 19.6	51 44	K	0.015	Schl	-10.0
53	35 Pegasi	4.9	22 22.8	4 12	K	0.031	Schl	+54.7

Nr	Gwiazda Star	Wielkość Magnitude	$\alpha$	$\delta$	Widmo Spectrum	Paralaksa Parallax	Źródło Authority	Pędkość radialna Radial velocity
			•	1900.0				
54	$\zeta$ Aquarii	{ 4.6 4.4	22h 23m 7s	- 0° 32'	F <sub>5</sub>	- 0."002	Burns	+ 27.1
55	$\eta$ Pegasi	3.1	22 38.3	+ 29 42	G	- 0.007	Schl	+ 4.3
56	Gr. 3869	6.1	22 39 6	38 56	K <sub>4</sub>	+ 0.003	Bo-Schl	- 26.6
57	Boss 5920	7.0	22 53.5	8 50	G <sub>0</sub>	0.003	OI	- 26 9
58	55 Pegasi	4.7	23 2.0	8 52	K	- 0.002	Burns	- 4 9
59	$\alpha$ Piscium	4.9	23 21 8	0 42	A <sub>2</sub>	+ 0.042	' Schl	- 3.7
60	$\gamma$ Cephei	3.4	23 35.2	77 4	K	0.069	Burns	- 41.6
61	$\lambda$ . Piscium	4.6	23 36 9	1 14	A <sub>5</sub>	0.027	Bo-Schl	+ 8.1
62	$\omega$ Piscium	4.0	23 54.2	6 19	F <sub>5</sub>	0.003	Schl	- 1.4

## RÉSUMÉ.

## On the determination of the solar motion according to Bravais's method.

## Part IV.

In parts I and II of this investigation we collected 279 stars, for which parallaxes, radial velocities and proper motions were known. In part III, published four years ago, we added a list of 115 stars, for which parallaxes in the mean time have been determined, so that we have collected on the whole 394 stars. For these we have solved Bravais's equations (his method was discussed in part I), namely the components of the speed of the solar motion were calculated, on the assumption that the masses of the stars are equal.

As some new observations have appeared since, it seems interesting to repeat the determination of the solar motion.

## THE DATA OF OBSERVATIONS

During the last four years new determinations of parallaxes appeared, namely in the publications of *F. Schlesinger*, *K. Burns*, *Ch. P. Olivier*, *M. Both* and *F. Schlesinger*, *A. v. Maanen* and of the Royal Observatory Greenwich. In the tables, given in the Polish text of this investigation, the catalogues of parallaxes are indicated with the following abbreviations: Schl, Burns, OI, Bo - Schl, M and Gr. From the above mentioned catalogues only those stars were chosen, whose radial velocities were known; the radial velocities were taken from the Voûte's catalogue. In this way 62 new stars have been collected; they are given in table III of the Polish text.

The parallaxes of three of them repeat themselves in two of the mentioned catalogues; their mean values are given in table I.

Besides the above mentioned 62 stars the new catalogues contain some of the stars dealt with in the previous parts of this investigation. These new parallaxes were reduced as far as possible to the absolute parallaxes, according to *Kapteyn's* method of calculation. For all these stars new mean values of parallaxes were calculated; they are represented in table II, where the weights depend on the mean error of the parallax-determination. The components of the velocities, which occur in *Bravais's* method, were corrected by means of these new values of parallaxes.

The proper motions of the stars were taken from *Boss's* catalogue and partially from *Porter's* catalogue.

#### DETERMINATION OF THE SOLAR MOTION.

*I solution.* In previous parts of this investigation 394 stars were collected; adding now 62 stars we get a total of 456 stars. Let us take into consideration the simplest case: among 456 stars there are 376 with positive parallaxes. Considering these stars only and applying *Bravais's* equations, we obtain for the speed of the solar motion  $v$  and the coordinates  $A$  and  $D$  of the apex the values:

$$v = 35.0 \text{ km.} \quad A = 277^{\circ}.4 \quad D = +38^{\circ}.4$$

*II solution.* Let us take now into consideration all the stars (456), i. e. let us include the stars with negative parallaxes and divide them into 91 groups. The method of forming groups was interpreted in the previous part. To these 91 groups we applied *Bravais's* equations, giving to the groups the weights, corresponding to the number of stars in each group. For the speed of the solar motion and for the coordinates of the apex we get:

$$v = 34.0 \text{ km} \quad A = 274^{\circ}.8 \quad D = +43^{\circ}.6$$

*III solution.* Returning to the first solution and excluding these stars, whose individual motions surpass 80 km. per sec. (their number amounts to 150), we diminish the influence of the stars with large motions. Taking into account the remaining 306 stars, we find:

$$v = 21.3 \text{ km.} \quad A = 269^{\circ}.5 \quad D = +26^{\circ}.7$$

*IV solution.* Let us modify the second solution by applying a graphic method to the groups formed there. This method diminishes the influence of the stars with large individual motions. It has been described in the former part of our investigation; it enables us to determine the middle value of each component of the speed of the solar motion. This procedure leads to the following values:

$$\xi = +1.3 \quad \eta = -18.2 \quad \zeta = +10.8$$

the resulting speed of the solar motion and the position of the apex being:

$$v = 21.2 \text{ km.} \quad A = 274^{\circ}.1 \quad D = +30^{\circ}.6$$

We see that the solutions I and II and otherwise the solutions III and IV give similar results. The two last results are in close agreement with those of other investigators.

Wilno, 1922 XII 12.

K. IWASZKIEWICZÓWNA.

## O wyznaczeniu ruchu słońca w przestrzeni zapomocą metody p. Bravais.

Na podstawie znanych paralaks gwiazd, prędkości radialnych i ruchów własnych gwiazd można przystąpić do rozwiązyania równań p. Bravais, a mianowicie do wyznaczenia składowych prędkości słońca w przestrzeni; przytem należy uczynić tylko jedno założenie, że masy gwiazd są równe sobie.

Praca niniejsza jest analogiczną do pracy p. Wł. Dziewulskiego, która ukazała się pod tym samym tytułem, opiera się jednak na innym materiale obserwacyjnym.

W roku 1921 Pp. Adams,<sup>1)</sup> Joy, Strömerberg i Burwell ogłosili pracę, obejmującą listę paralaks dla 1646 gwiazd; paralaksy te uzy-skali drogą spektroskopijną. Z drugiej strony P. J. Voûte<sup>2)</sup> opracował katalog prędkości radialnych. Z ogólnej liczby 1646 gwiazd, dla których katalog Adams'a daje paralaksy, można było znaleźć prędkości radialne dla 761 gwiazd. Dla tych gwiazd ruchy własne są znane, a mianowicie, dla 669 gwiazd ruchy własne można było znaleźć w katalogu L. Boss'a: "Preliminary general Catalogue", dla 90 gwiazd w katalogu J. G. Porter'a,<sup>3)</sup> a dla 2 gwiazd wyliczono ruchy własne na podstawie kąta pozycyjnego i ruchu własnego, podanego w katalogu Voûte'a.

Ponieważ dla wymienionych 761 gwiazd zarówno paralaksy, jak i prędkości radialne oraz ruchy własne są znane, przeto można zużytkować ten materiał obserwacyjny i przystąpić do rozwiązyania równań p. Bravais.

I rozwiązanie. Uwzględniając dane dla 761 gwiazd i stosując równania p. Bravais, otrzymuję dla prędkości słońca w przestrzeni  $v$  i dla spółrzędnych  $A$  i  $D$  punktu apex następujące wartości:

$$v = 25.3 \text{ km.} \quad A = 284^{\circ}.3 \quad D = +41^{\circ}.2$$

Należy zauważyć, że wśród tych 761 gwiazd występuje wielka stosunkowo ilość takich, których ruchy swoiste są bardzo znaczne, co musi odbić się na wynikach.

<sup>1)</sup> Astrophysical Journal, tom LIII, 1. 1921

<sup>2)</sup> First Catalogue of radial velocities. Weltevreden, 1920.

<sup>3)</sup> Publications of the Cincinnati Observatory, Nr 18. IV. Cincinnati 1918.

*II rozwiązanie.* Aby zmniejszyć wpływ gwiazd o ruchach swoistych znaczących, usuwam te, których prędkość swoista przekracza 80 km; takich gwiazd znalazło się 82. Z ogólnej więc liczby 761 gwiazd pozostaje 679 gwiazd. Po rozwiązaniu równań p. Bravais, otrzymuję:

$$v = 18.9 \text{ km.} \quad A = 273^{\circ}.2 \quad D = +32^{\circ}.7$$

Otrzymana wartość na prędkość słońca jest mniejszą, niż w poprzednim rozwiązaniu; spółrzędne punktu *apex* również uległy zmianie.

*III rozwiązanie.* Wreszcie stosuję metodę graficzną, która pozwala uniezależnić wynik od wpływu gwiazd o bardzo znaczących ruchach swoistych. Metoda ta, omówiona w pracy P. Wł. Dziewulskiego, pozwala wyznaczyć wartość środkową dla każdej ze spółrzędnych prędkości słońca. Otrzymuję w ten sposób następujące wartości:

$$\xi = +1.1 \quad \eta = -14.4 \quad \zeta = +8.4$$

na podstawie których wyznaczam prędkość słońca i spółrzędne punktu *apex*:

$$v = 16.7 \text{ km.} \quad A = 274^{\circ}.4 \quad D = +30^{\circ}.2$$

Wynik ten jest analogiczny do rezultatów, jakie otrzymywali inni autorowie, jedynie wartość prędkości słońca wypadła cokolwiek mniejsza, niż zazwyczaj. Z drugiej strony widać, że rozwiązanie II, gdzie za granicę tych prędkości swoistych, które należy uważać za bardzo wielkie, przyjęłam 80 km., daje wyniki, zbliżone do tych, jakie otrzymałam w rozwiązaniu III.

---

### RÉSUMÉ.

K. Iwaszkiewicz.

## On the determination of the solar motion according to Bravais's method.

This investigation is analogous to that of Mr. W. Dziewulski, which appeared under the same title, although it is based on different data of observations. Using the known parallaxes of stars, their radial velocities and their proper motions, we can solve Mr Bravais's equations and calculate the components of the speed of the solar motion, on the assumption that the masses of the stars are equal.

In 1921 Mrs W. S. Adams, A. H. Joy, G. Strömberg and C G. Burwell published a paper, containing a table of parallaxes of 1646 stars as derived by the spectroscopic method; on the other hand Mr J. Voûte has given a catalogue of radial velocities. Out of the number of 1646 stars with parallaxes, known from Adams's

catalogue, we can find radial velocities for 761 stars. Their proper motions are known, namely we find proper motions of 669 stars in *Bos's: „Preliminary general Catalogue”*, those of 90 stars in *Porter's catalogue* and the proper motions of the remaining two stars were calculated by using the position angle and the proper motion on a great circle given in *Vöûte's catalogue*.

The parallaxes as well as the radial velocities and proper motions for 761 stars being known, we can use these observations and solve the Bravais's equations.

*I solution.* We use all the 761 stars and, applying the *Bravais's* equations, we obtain the speed of the solar motion  $v$  and the coordinates  $A$  and  $D$  of the apex:

$$v = 25.3 \text{ km.} \quad A = 284^\circ.3 \quad D = +41^\circ.2$$

It must be noted, however, that among these 761 stars there is a rather large number of stars with very considerable individual motions; and this may vitiate the results, especially the determination of the speed of the solar motion.

*II solution.* In order to diminish the influence of the stars with considerable motions, we put aside all those, whose individual motions surpass 80 km. per sec. The number of such stars amounts to 82. In this way we get 679 stars. Applying the *Bravais's* equations, we find:

$$v = 18.9 \text{ km.} \quad A = 273^\circ.2 \quad D = +32^\circ.7$$

This shows that the value of the speed of the solar motion is now smaller than in the I solution; the position of the apex is also different.

*III solution.* We now apply a graphic method, which diminishes the influence of the stars with considerable individual motions. This method, which has already been used in Mr W. Dziewulski's investigation, allows us to determine the middle value of every component of the speed of the solar motion. According to this method we obtain the following values;

$$\xi = +1.1 \quad \eta = -14.4 \quad \zeta = +8.4$$

thus, the resulting speed of the solar motions is:

$$v = 16.7 \text{ km.}$$

and the resulting position of the apex:

$$A = 274^\circ.4 \quad D = +30^\circ.2$$

We see, that this solution gives results similar to those of the II solution; the limit (80 km. per sec) of the individual motions of the stars in this solution is, therefore, legitimate.

Wilno, 1922. XII. 15.

K. JANTZEN.

# „Über die Abhängigkeit der Apexkoordinaten vom Spektraltypus der Sterne“.

I. Das Ziel des vorliegenden Aufsatzes ist die Bestimmung des Sonnenapex in seiner Abhangigkeit vom Spektraltypus der Sterne auf Grund der in dem Campbell'schen Kataloge enthaltenen Radialgeschwindigkeiten.

Die zugrundegelegten Kataloge der Radialgeschwindigkeiten sind die folgenden:

1. Katalog der 225 Sterne vom Spektraltypus B. Lick Observ. Bull. N. 195  
 2. " " 219 " " A. " " N 211  
 3. " " 915 " verschiedenen Spektraltypen " " N. 229

Diese Kataloge enthalten programmässig alle Sterne bis 5.<sup>m</sup>5 und ausserdem einige schwächeren Sterne, die wegen ihrer grossen Eigenbewegungen ausgewählt wurden. Diese schwächeren Sterne kommen hauptsächlich beim Typus G vor. Um die Gleichmässigkeit der Bearbeitung zu behalten, wurden bei diesem Typus nur Sterne bis 5.<sup>m</sup>5 berücksichtigt ( $G'$  — Apex), nebenbei wurde auch der Apex aus sämtlichen G — Sternen (G — Apex) ausgerechnet.

II. Die Bestimmung des Apex lässt sich durch folgende einfache Formeln kurz darstellen.

Es bedeute  $v_0$  die Sonnengeschwindigkeit im Raume,  $v$  die gemessene Radialgeschwindigkeit,  $v_1$  die Komponente der absoluten Sterngeschwindigkeit längs der Gesichtslinie. Es bedeute weiter  $\lambda$  den Winkelabstand Stern - Apex. Dann erhalten wir die Gleichung:

$$v_1 = v - v_0 \cos \lambda.$$

Führt man in diese Gleichung, nach Campbell, eine Korrektion  $k_0$ , die vom Spektraltypus allein abhängig ist, ein, so wird:

$$v_1 = v - v_0 \cos \lambda - k_0,$$

Bezeichnet man mit  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$  die rechtwinkligen und mit  $l_0$ ,  $b_0$  die sphärischen Apexkoordinaten, so bekommt man:

$$x_0 = v_0 \cos l_0 \cos b_0.$$

$$y_0 = v_0 \sin l_0 \cos b_0.$$

$$z_0 = v_0 \sin b_0.$$

Um die Ausgleichung zu vereinfachen betrachten wir die Ausgangskoordinaten  $x_0, y_0, z_0, l_0, b_0$ , deren Verbesserungen  $\delta x, \delta y, \delta z$  der Minimalbedingung:

$\Sigma \{ v_1 - \cos b \cos l \delta x - \cos b \sin l \delta y - \sin b \delta z - \delta k \}^2 = \text{Min.}$

Die definitiven Apexkoordinaten  $l_2$ ,  $b_2$ ,  $v_2$ ,  $k_2$  werden durch folgende Formeln dargestellt:

$$\begin{aligned} v_2 \cos b_2 \cos l_2 &= v_0 \cos b_0 \cos l_0 + \delta x \\ v_2 \cos b_2 \sin l_2 &= v_0 \cos b_0 \sin l_0 + \delta y \\ v_2 \sin b_2 &= v_0 \sin b_0 + \delta z \\ k_2 &= k_0 + \delta k \end{aligned}$$

Für die Ausgangskoordinaten des Sonnenapex wurden die Näherungswerte  $\alpha = 180^\circ.0$ ,  $\beta = +30^\circ.0$  benutzt, und als Ausgangswerte für  $v_0$  und  $k_0$ :

Für die B-Sterne  $v_0 = -20.19 \text{ km/sec.}$   $k = +4.07 \text{ km/sec.}$   
 „ die A-Sterne  $= -19.50$  „  $= 0.0$  „  
 „ die übrigbleibenden  $= -20.00$  „  $= 0.0$  „  
 angenommen.

III. Die ganze Rechnung wurde in galaktischen Koordinaten durchgeführt. Dieser formelle Unterschied, der auf das Endresultat keinen Einfluss haben kann, gewährt jedoch einen Vorzug. Sämtliche Sterne, hauptsächlich die B-Sterne zeigen eine Verdichtung gegen die Milchstrasse. Daraus folgt, dass eine zur Milchstrasse symmetrische Gruppierung der Sterne das Vorzeichen und Größenordnung der gesuchten Verbesserungen direkt angibt. Insbesondere für die B-Sterne lässt sich die galaktische Breite des Apex schärfer bestimmen. Um die zahlreichen Fehlergleichungen zu vermeiden, wurden Normalörter folgendermassen ausgerechnet: der ganze Himmel wurde in 22 Bereiche von gleicher Oberfläche geteilt und innerhalb jedes Bereiches die mittlere Geschwindigkeit bestimmt mit einem Gewichte, welches der Anzahl der Sterne im betr. Bereich gleich ist.

Die ganze Einteilung auf Bereiche lässt sich durch folgendes Schema kurz darstellen:

Galaktischer XXI Nordpol						
300°	240°	180°	120°	60°		
XIV	XIII	XII	XI	X		IX
315°	270°	225°	135°	90°		45°
VIII	VII	VI	V	IV	III	II
XX	XIX	XVIII	XVII	XVI		XV
Galaktischer XXII Südpol						

+ 65.04

+ 21.03

— Milchstrasse

- 21.03

- 65.04

In jedem Bereich wurde ein Mittelwert aus den sämtlichen Radialgeschwindigkeiten gebildet, was nur in dem Falle berechtigt wäre, wenn die Radialgeschwindigkeiten dem Gaussischen Fehler-

gesetze folgten. Da die grossen Radialgeschwindigkeiten öfters vorkommen als es das Gaussische Fehlergesetz verlangt, so wurde, um den schädlichen Einfluss dieser grossen Geschwindigkeiten zu vermeiden, folgendes Verfahren angewandt. In jedem Bereich wurden die Extremwerte, eventuell bei sternreichen Bereichen je zwei extreme Geschwindigkeiten ausgelassen und aus den übriggebliebenen ein Mittelwert gebildet. Solche Mittelwerte wollen wir Zentralwerte \*) nennen. Bei einer Verteilung der Geschwindigkeiten, die dem Gaussischen Fehlergesetze nicht streng entsprechen, zeigt also die Methode der Zentralwerte einen Vorzug. Zum Vergleich wurden auch die Apex auf Grund der Mittelwerte ausgerechnet und in der Tafel angegeben. Die Resultate werden folgendermassen dargestellt:

Mittelwerte	Zentralwerte
B — B <sub>5</sub>	
B — B <sub>9</sub>	
A	A
F	F
G sämtliche Sterne	G sämtliche Sterne
G' heller als 5. <sup>m</sup> 5	G' heller als 5. <sup>m</sup> 5
K	K

Für die Sterne des B-Typus ist der Unterschied zwischen dem Zentral- und Mittelwert verschwindend klein. Deswegen wurden die Zentralwerte nicht angegeben. Die doppelte Berechnung der G-Sterne war schon früher besprochen. Die M-Sterne, wegen ihrer kleinen Anzahl in dem *Campbell'schen Kataloge*, kommen nicht in Betracht.

## VI. Das Resultat.

N.	Spektraltypus	Anzahl d. Stern.	Galaktische		Apexkoordinaten.	
			I	b	**)	**)
1	B-B <sub>5</sub> Mittelwerte	176	27°.1	± 0°.9	+ 19°.4	± 2°.2
2	B-B <sub>9</sub> Mittelwerte	225	24.9	0.7	12.6	1.6
3	A Mittelwerte	219	14.0	1.5	21.8	1.3
4	A Zentralwerte	219	12.4	1.5	22.2	1.4
5	F Mittelwerte	200	15.2	3.2	18.6	3.4
6	F Zentralwerte	200	12.4	2.2	22.0	2.8
7	G Mittelwerte	153	16.7	3.2	28.5	2.9
8	G Zentralwerte	153	14.1	2.4	29.6	2.2
9	G' Mittelwerte	145	23.3	3.1	24.3	3.0
10	G' Zentralwerte	145	17.4	2.8	29.3	2.6
11	K Mittelwerte	143	21.0	1.2	16.6	1.3
12	K Zentralwerte	143	21.2	1.3	17.8	1.4

\*) Auch Mittewerte genannt.

\*\*) Mittlere Fehler.

N.	Spektraltypus	Äquatoreale Apexkoordinat.		Sonnengeschwindig.		k
		$\alpha$	$\beta$	$v_0$	$*)$	
1	B-B <sub>5</sub> Mittelwerte	275°.2 ± 2°.1	+52°.8 ± 1°.4	— 20.77 ± 0.53	— 4.81 ± 0.21	*)
2	B-B <sub>9</sub> Mittelwerte	281.4	1.6	27.8	1.1	— 4.24 .19
3	A Mittelwerte	266.4	1.5	31.7	1.3	— 0.21 .25
4	A Zentralwerte	265.4	1.5	20.4	1.4	— .35 .26
5	F Mittelwerte	270.0	3.8	21.6	3.0	— .02 .57
6	F Zentralwerte	265.7	2.4	20.4	1.9	— .92 .41
7	G Mittelwerte	260.1	3.3	28.3	2.7	— .53 .98
8	G Zentralwerte	258.5	2.4	24.5	2.0	— .25 .53
9	G' Mittelwerte	267.1	3.5	30.6	2.8	— .75 .7
10	G' Zentralwerte	259.8	2.9	27.1	2.4	— .28 .47
11	K Mittelwerte	274.4	1.4	25.9	1.2	— 3.36 .28
12	K Zentralwerte	273.3	1.5	26.5	1.2	— 3.24 .25

V. Zu den oben angegebenen Resultaten mögen noch folgende Bemerkungen hinzugefügt werden. Die mittleren Fehler der Resultate sind überall klein. Werden die Resultate Nr. 3, 5, 7, 8, 9, 11 ausser Acht gelassen, so sieht man, dass das Maximum des m.F. 2°.9 beträgt. Der kleinste m.F. 0°.7 für B-B<sub>9</sub> Typus in der galaktischen Länge beweist, dass die Orionsterne zur Bestimmung des Apex sehr günstig sind. Ausserdem sieht man, dass die m.F. der Zentralwerte überall kleiner als die m.F. der Mittelwerte sind. Das Mittel aus den m.F. der Mittelwerte 2°.4, das Mittel aus den m.F. der Zentralwerte 2°.0 beträgt, was zu Gunsten des Zentralverfahrens spricht.

Was die Grössen k. betrifft, so lassen sie sich sehr scharf bestimmen. Für die Spektraltypen A, F, G liegt diese Grösse unter der Grenze des m.F., für die B- und K-Sterne dagegen ist sie bedeutend grösser (ca 4 Km./sek.). Dieses Ergebnis, das im vollen Einklange mit den Resultaten des Herrn *Campbell* ist, zeigt, dass k eine reelle Grösse darstellt.

Die Sonnengeschwindigkeit lässt sich als eine konstante Grösse auffassen, welche unabhängig vom Spektraltypus ist. Wenn wir uns auf die Zentralwerte 1, 2, 4, 6, 10, 12 beschränken, so überzeugen wir uns, dass das Mittel aus den m.F. gleich 0.53 ist, und der m.F. des Mittelwertes aus den 6 erwähnten Sonnengeschwindigkeiten auch genau denselben Wert 0.53 ergibt.

Dieses Ergebnis stimmt nicht mit den entsprechenden Resultaten des Herrn *Campbell* überein. Auf Grund unserer Normalörtern versuchen wir nur die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung, so wie es Herr *Campbell* getan hat, auszurechnen. Diese Rechnung bestätigt unsere Resultate und nicht diejenigen des Herrn *Campbell*. Insbesondere findet die auffallend kleine Sonnengeschwindigkeit, welche Herr *Campbell* für die G-Sterne angibt, bei uns keine Bestätigung.

Bei Betrachtung der Winkelkoordinaten des Apex auf Grund der Zentralwerte 1, 2, 4, 6, 10, 12 bemerkt man gleich, dass das

\*) Mittere Fehler.

Mittel aus den m.F. in der Länge gleich  $1^{\circ}5$  ist, dagegen die Amplitude der Schwankungen  $27^{\circ}.1 - 12^{\circ}.4 = 14^{\circ}.7$  beträgt. Die Abhängigkeit des Sonnenapex vom Spektraltypus tritt hier deutlich hervor.

Doch ist diese Abhängigkeit keine kontinuierliche; bemerkenswert ist noch, dass der Apex für die Sterne des K-Typus näher dem der B-Sterne, als den übrigen liegt. Diesen Zusammenhang sieht man auch in den Grössen, welche die Korrektion k darstellen

Wilno, 1923 I. 17.

de

Vilno.

ASTRONOMIE

Nº 3.

Buletyn

Obserwatorium astronomicznego

w Wilnie.

